

一种涂覆隔膜及其制备方法和应用

技术领域

本申请属于隔膜技术领域，涉及一种涂覆隔膜及其制备方法和应用。

背景技术

在锂离子电池的结构中，隔膜是关键的内层组件之一。隔膜的性能决定了电池的界面结构、内阻等，直接影响电池的容量、循环以及安全性能等特性，性能优异的隔膜对提高电池的综合性能具有重要的作用。隔膜的主要作用是使电池的正、负极分隔开来，防止两极接触短路，此外还具有能使电解质离子通过的功能。

目前，常在基膜表面涂覆一层无机涂层以提升隔膜耐热性，然而无机涂层使得隔膜整体的透气性能有所下降，同时为提升涂覆隔膜的极片粘结力，常在涂覆隔膜表面间隙再涂覆一层聚合物涂层，在涂覆聚合物涂层的过程中需经水浴使得涂层凝固。无机涂层耐水性能较差，无机涂层在水浴时出现溶解或掉粉，使得隔膜整体耐热性能下降。

因此，在本领域中期望开发一种涂覆隔膜，其具有较好的耐水性能、透气性能。

发明内容

本申请提供了一种涂覆隔膜及其制备方法和应用。现有高耐热配方的隔膜在隔膜遇水会削弱其耐热性能，后期在其表面二次水系涂覆或油性涂覆的过水浴会造成性能衰减（涂层溶解、掉粉），导致隔膜的 150℃热收缩率大于 5%。本申请通过在浆料制备过程中复合乳液型胶粘剂、溶剂型胶粘剂，通过控制乳液型胶粘剂粒径、无机颗粒粒径、基材孔径的比例在特定范围内，使得隔膜具有

较好的透气性能，同时由于改善了无机涂层的耐水性能使得隔膜的耐热性能有了一定的提升。作为进一步的优选方案，在涂层体系中再加入交联剂，经过低温烘烤即可在隔膜表面形成一层耐水性、耐热性更优的涂层，可以有效改善上述问题。另外，经过交联后的隔膜，其破膜温度也能提高，大大提高了电池的安全性能。

第一方面，本申请提供一种涂覆隔膜，所述涂覆隔膜包括基材以及涂覆于基材至少一侧（例如一侧或两侧）的涂层，所述涂层的制备原料包括乳液型胶粘剂、溶剂型胶粘剂和无机颗粒；

将乳液型胶粘剂的平均粒径记为 A，将无机颗粒的平均粒径记为 B，将基材的平均孔径记为 C，将无机颗粒的 D10 粒径记为 D，A、B、C、D 满足以下关系： $C:A:B=(0.4-0.8):1:(2-9)$ ； $A+D\geq 3.5C$ ；其中，0.4-0.8 例如可以为 0.4、0.5、0.6、0.7 或 0.8 等中的任一数值或任意两个数值间的范围值，2-9 例如可以为 2、3、4、5、6、7、8 或 9 等中的任一数值或任意两个数值间的范围值， $A+D$ 例如可以为 3.5C、4C、4.5C、5C、5.5C、6C、6.5C、7C、7.5C 或 8C 等中的任一比例或任意两个比例间的范围值。

在本申请中，涂层的制备原料中，乳液型胶粘剂的加入能够提高涂覆隔膜的耐水性，通过控制乳液型胶粘剂粒径、无机颗粒粒径和基材孔径的比例在特定范围内，隔膜具有较好的透气性能。

若乳液型胶粘剂的平均粒径过大，会导致涂层不够致密（即涂层无法覆盖整个基材表面），引起耐热性能降低，同时乳液型胶粘剂的平均粒径过大，会导致其自身稳定性变差，粘度增加，施工性变差；若乳液型胶粘剂的平均粒径过小，其容易渗入基材的孔洞中，造成基材孔洞被封堵，影响隔膜的透气性能，同时对无机颗粒的粘结也有影响（参与粘结无机颗粒的胶水渗入孔中）。

优选地， $3.5C \leq A+D \leq 6C$ 。通过控制 $A+D$ 大于等于 $3.5C$ ，无机颗粒及乳液型胶粘剂不易掉落到基材的孔洞中，通过控制 $A+D$ 小于等于 $6C$ ，有利于控制涂层厚度，满足单面涂层厚度小于等于 $1.2 \mu\text{m}$ ，实现轻薄化。

优选地，所述乳液型胶粘剂包括聚丙烯酸酯、聚苯乙烯-丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚甲基丙烯酸丁酯、聚丙烯酸乙酯、聚乙酸乙烯酯或乙烯-醋酸乙烯中的任何一种或至少两种的组合。

优选地，所述溶剂型胶粘剂的分子结构中含有羧基和/或酰胺基。

优选地，所述溶剂型胶粘剂包括聚丙烯酸和/或聚丙烯酰胺。

优选地，所述无机颗粒的平均粒径（D50）为 $0.1-1.0 \mu\text{m}$ ，例如 $0.1 \mu\text{m}$ 、 $0.2 \mu\text{m}$ 、 $0.3 \mu\text{m}$ 、 $0.4 \mu\text{m}$ 、 $0.5 \mu\text{m}$ 、 $0.6 \mu\text{m}$ 、 $0.7 \mu\text{m}$ 、 $0.8 \mu\text{m}$ 、 $0.9 \mu\text{m}$ 或 $1.0 \mu\text{m}$ 等中的任一数值或任意两个数值间的范围值。

可以理解，本申请所述的无机颗粒的粒径 D10、D50 可以通过采用欧美克 LS609 激光粒度分析仪对无机颗粒粉体进行检测，选择对应的材质的折射率，获得无机颗粒粉体的累积粒度分布，从微粒侧起累积 10% 的粒径记为 D10，累积 50% 的粒径记为 D50。乳液型胶粘剂的粒径测试可采用欧美克 TOPSIZER 激光粒度分析仪对乳液进行检测，选择对应的材质的折射率，获得乳液的累积粒度分布，从微粒侧起累积 50% 的粒径记为乳液型胶粘剂的平均粒径。当然也可采用其他仪器设备进行测试，本申请不以此为限。

优选地，所述无机颗粒包括氧化铝、勃姆石、钛酸钡、二氧化硅、氧化镁、二氧化钛或双金属氢氧化物中的任意一种或至少两种的组合。

优选地，所述双金属氢氧化物包括镁铝双金属氢氧化物、锂铝双金属氢氧化物（LiAlLDH）、锌铝双金属氢氧化物或镍铝双金属氢氧化物中的任意一种或至少两种的组合。

优选地，所述无机颗粒为多孔无机颗粒，例如 LiAlLDH ，多孔无机颗粒能够进一步改善涂覆隔膜的透气性和浸润性。

优选地，所述涂层的制备原料还包括交联剂。

作为本申请的优选技术方案，涂层的制备原料中加入交联剂，溶剂型胶粘剂与交联剂在涂膜隔膜常规烘烤条件下（即下文的烘烤温度 $60-80^{\circ}\text{C}$ ）能够发生交联反应（乳液型胶粘剂不参与交联反应），形成交联网状结构，形成的有机交联骨架能够提高涂覆隔膜的耐热性，交联后的涂覆隔膜，在油涂工艺的过水浴阶段，经过水浴槽后不会有明显的掉粉现象，涂层的 150°C 热收缩 $\leq 5\%$ ，同时经过交联的涂覆隔膜，破膜温度也有一定的提高，大大提高了电池的安全性能。

即，加入交联剂可以进一步提高涂覆隔膜的耐水性和耐热性，并且在涂覆量较小的情况下即可实现上述效果。

优选地，所述交联剂包括羧基交联剂。

优选地，所述交联剂的官能度为 2-4，例如 2、2.2、2.4、2.6、2.8、3、3.2、3.4、3.6、3.8 或 4 等。选择官能度 2 以上的交联剂就能发生体型结构交联，官能度越高或者交联剂加入越多，交联度就会越高；官能度大于 4 的交联剂，因为其空间位阻的影响，对交联度的提高也不会有太明显的作用，对隔膜产品的性能改善也没有明显提高，同时由于官能度过高，交联剂的活性太高，可能发生提前交联导致分子链更不容易吸附铺展在无机颗粒表面，表现为粘结效果下降。并且因为分子链蜷缩和羧基被反应掉的原因，其在水中溶解性下降，浆料粘度降低，导致生产成本及难度提升。

优选地，所述交联剂包括封闭型异氰酸酯交联剂、碳化亚胺类交联剂、氮丙啶类交联剂或环氧硅烷类交联剂中的任意一种或者至少两种的组合。应当理解的是，此处的碳化亚胺类、氮丙啶类以及环氧硅烷类指的是包含有对应官能

团、可用作交联剂的聚合物即可。

优选地，所述交联剂包括氮丙啶改性异氰酸酯。

优选地，所述涂层的制备原料还包括水、分散剂或表面活性剂中的任意一种或至少两种的组合。

优选地，所述水包括纯水。

优选地，所述分散剂包括聚丙烯酸铵、三聚磷酸钠、六偏磷酸钠或焦磷酸钠中的任意一种或至少两种的组合。

优选地，所述表面活性剂包括聚醚硅烷共聚物、聚醚改性聚硅氧烷、烷基酚聚氧乙烯醚、脂肪醇聚氧乙烯醚、脂肪酸聚氧乙烯醚、脂肪胺聚氧乙烯醚或氟代烷基乙氧基醇醚中的任意一种或至少两种的组合。

优选地，所述涂层的制备原料按照重量份数计，包括如下组分：

水	60-85 份；
无机颗粒	20-40 份；
分散剂	0.8-1.2 份；
乳液型胶粘剂	0.1-3 份；
溶剂型胶粘剂	0.2-1.5 份；
交联剂	0.01-0.2 份；以及
表面活性剂	0.05-1 份。

优选地，所述涂层的制备原料按照重量份数计，水的用量可以为 60 份、62 份、64 份、66 份、68 份、70 份、72 份、74 份、76 份、78 份、80 份、82 份、84 份或 85 份等中的任一数值或任意两个数值间的范围值。

优选地，所述涂层的制备原料按照重量份数计，无机颗粒的用量可以为 20 份、22 份、24 份、26 份、28 份、30 份、32 份、34 份、36 份、38 份或 40 份等

中的任一数值或任意两个数值间的范围值。

优选地，所述涂层的制备原料按照重量份数计，分散剂的用量可以为 0.8 份、0.9 份、1 份、1.1 份或 1.2 份等中的任一数值或任意两个数值间的范围值。

优选地，所述涂层的制备原料按照重量份数计，乳液型胶粘剂的用量可以为 0.1 份、0.3 份、0.5 份、0.8 份、1 份、1.2 份、1.4 份、1.6 份、1.8 份、2 份、2.2 份、2.4 份、2.6 份、2.8 份或 3 份等中的任一数值或任意两个数值间的范围值。

优选地，所述涂层的制备原料按照重量份数计，溶剂型胶粘剂的用量可以为 0.2 份、0.3 份、0.4 份、0.5 份、0.6 份、0.7 份、0.8 份、0.9 份、1 份、1.1 份、1.2 份、1.3 份、1.4 份或 1.5 份等中的任一数值或任意两个数值间的范围值。

优选地，所述涂层的制备原料按照重量份数计，交联剂的用量可以为 0.01 份、0.02 份、0.03 份、0.04 份、0.05 份、0.06 份、0.07 份、0.08 份、0.09 份、0.1 份、0.11 份、0.12 份、0.13 份、0.14 份、0.15 份、0.16 份、0.17 份、0.18 份、0.19 份或 0.2 份等中的任一数值或任意两个数值间的范围值。

优选地，所述涂层的制备原料按照重量份数计，表面活性剂的用量可以为 0.05 份、0.06 份、0.07 份、0.08 份、0.09 份、0.1 份、0.2 份、0.3 份、0.4 份、0.5 份、0.6 份、0.7 份、0.8 份、0.9 份或 1 份等中的任一数值或任意两个数值间的范围值。

优选地，所述乳液型胶粘剂与所述溶剂型胶粘剂的质量比为 3:(0.5-3)，0.5-3 例如可以为 0.5、0.6、0.7、0.8、0.9、1、1.2、1.4、1.6、1.8、2、2.2、2.4、2.6、2.8 或 3 等中的任一数值或任意两个数值间的范围值。

优选地，所述溶剂型胶粘剂与所述交联剂的质量比为 100:(3-12)，3-12 例如可以为 3、4、5、6、7、8、9、10、11 或 12 等中的任一数值或任意两个数值间

的范围值。

优选地，所述涂层的总涂覆量为 2.4-3.2 g/m²，例如 2.4 g/m²、2.5 g/m²、2.6 g/m²、2.7 g/m²、2.8 g/m²、2.9 g/m²、3 g/m²、3.1 g/m² 或 3.2 g/m² 等中的任一数值或任意两个数值间的范围值。

优选地，所述涂层的单面厚度为 0.5-4 μm，例如 0.5 μm、0.8 μm、1 μm、1.2 μm、1.4 μm、1.6 μm、1.8 μm、2 μm、2.2 μm、2.4 μm、2.6 μm、2.8 μm、3 μm、3.2 μm、3.4 μm、3.6 μm、3.8 μm 或 4 μm 等中的任一数值或任意两个数值间的范围值。

优选地，所述基材例如可以为 PP 基膜、PE 基膜或 PP/PE/PP 复合基膜等。

第二方面，本申请提供一种如第一方面所述的涂覆隔膜的制备方法，所述制备方法包括以下步骤：

(1) 将涂层的制备原料混合，得到浆料；

(2) 将浆料涂覆在基膜的一侧或两侧，烘烤，得到所述涂覆隔膜。

优选地，步骤 (1) 具体包括以下步骤：

将水和分散剂混合，然后加入无机颗粒，分散，而后加入乳液型胶粘剂、溶剂型胶粘剂、交联剂、表面活性剂，分散均匀，得到浆料；

优选地，所述加入无机颗粒进行分散后还包括砂磨的步骤；

优选地，所述砂磨的流量为 800-1200 L/h，例如 800 L/h、850 L/h、900 L/h、950 L/h、1000 L/h、1050 L/h、1100 L/h、1150 L/h 或 1200 L/h 等中的任一数值或任意两个数值间的范围值，砂磨的转速为 700-800 rpm，例如 700 rpm、720 rpm、740 rpm、760 rpm、780 rpm 或 800 rpm 等中的任一数值或任意两个数值间的范围值。

优选地，所述加入乳液型胶粘剂、溶剂型胶粘剂、交联剂和表面活性剂具

体为依次加入这四种原料，待分散均匀后再加入下一种原料（例如加入乳液型胶粘剂，待其分散均匀后再加入溶剂型胶粘剂）。

优选地，步骤（2）所述涂覆的方式包括采用微凹辊进行涂覆。

优选地，所述烘烤的温度为 60-80℃，例如 60℃、62℃、64℃、66℃、68℃、70℃、72℃、74℃、76℃、78℃或 80℃等中的任一数值或任意两个数值间的范围值。

优选地，所述烘烤的时间为 10-30 s，例如 10 s、12 s、14 s、16 s、18 s、20 s、22 s、24 s、26 s、28 s 或 30 s 等中的任一数值或任意两个数值间的范围值。

第三方面，本申请提供一种如第一方面所述的涂覆隔膜在电池中的应用。

与现有技术相比，本申请至少具有以下有益效果：

在本申请中，涂层的制备原料中，乳液型胶粘剂的加入能够提高涂覆隔膜的耐水性，控制乳液型胶粘剂粒径、无机颗粒粒径和基材孔径的比例在特定范围内，使得隔膜具有较好的透气性能。

具体实施方式

下面通过具体实施方式来进一步说明本申请的技术方案。本领域技术人员应该明了，所述实施例仅仅是帮助理解本申请，不应视为对本申请的具体限制。

实施例 1

本实施例提供了一种涂覆隔膜，所述涂覆隔膜包括基材以及涂覆于基材两侧的涂层，所述涂层的制备原料按照重量份数计，包括如下组分：

纯水	70 份；
无机颗粒	30 份；
分散剂	1 份；
乳液型胶粘剂	1.5 份；

溶剂型胶粘剂 0.3 份；
交联剂 0.03 份；以及
表面活性剂 0.5 份；

其中，各原料的具体选择及参数如表 1 所示。

制备方法包括如下步骤：

- (1) 按照配方将涂层的制备原料混合，得到浆料；
- (2) 采用微凹辊将浆料涂覆在基膜的两侧，在 70℃下烘烤 20 s，得到所述涂覆隔膜。

实施例 2-12

实施例 2-12 分别提供了一种涂覆隔膜，涂覆隔膜的基材材质及参数、涂层的制备原料的具体选择、参数及用量（用量份数）及制备方法等参数如表 1 和表 2 所示，对于表 1 和表 2 中没有示出的内容，均与实施例 1 相同。

对比例 1-4

对比例 1-4 分别提供了一种涂覆隔膜，涂覆隔膜的基材材质及参数、涂层的制备原料的具体选择、参数及用量（用量份数）和制备方法等参数如表 3 所示，对于表 3 中没有示出的内容，均与实施例 1 相同。

表 1

		实施例 1	实施例 2	实施例 3	实施例 4	实施例 5	实施例 6
纯水		70	60	85	70	70	70
无机颗粒	氧化铝	30	20	40	30	30	30
	勃姆石	\	\	\	\	\	\
	平均粒径记 B(nm)	242	242	242	242	242	242
	D10 粒径 D(nm)	118	118	118	118	118	118
	牌号	芯科 XKA243	芯科 XKA243	芯科 XKA243	芯科 XKA243	芯科 XKA243	芯科 XKA243
分散剂	聚丙烯酸铵	1	0.8	1.2	1	1	1
	牌号	San	San	San	San	San	San

		NopcoDS-560	NopcoDS-560	NopcoDS-560	NopcoDS-560	NopcoDS-560	NopcoDS-560
乳液型胶粘剂	聚丙烯酸酯	1.5	0.2	3	1	0.5	1.5
	聚苯乙烯-丙烯酸酯	\	\	\	\	\	\
	平均粒径记A(nm)	92	92	92	92	92	92
	牌号	珠海辰玉CYJ-5088A	珠海辰玉CYJ-5088A	珠海辰玉CYJ-5088A	珠海辰玉CYJ-5088A	珠海辰玉CYJ-5088A	珠海辰玉CYJ-5088A
溶剂型胶粘剂	聚丙烯酸	0.3	0.2	1.5	0.4	0.3	0.3
	牌号	湖南高瑞GR-506	湖南高瑞GR-506	湖南高瑞GR-506	湖南高瑞GR-506	湖南高瑞GR-506	湖南高瑞GR-506
交联剂	氮丙啶改性异氰酸酯	0.03	0.02	0.15	0.012	0.015	0.03
	牌号	赢程化工YC-300	赢程化工YC-300	赢程化工YC-300	赢程化工YC-300	赢程化工YC-300	赢程化工YC-300
表面活性剂	聚醚硅烷共聚物	0.5	0.05	1	0.5	0.5	0.5
	牌号	湖南广信YDP-2129	湖南广信YDP-2129	湖南广信YDP-2129	湖南广信YDP-2129	湖南广信YDP-2129	湖南广信YDP-2129
基材	材质	PE	PE	PE	PE	PE	PE
	厚度	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48
	平均孔径 C(nm)	50	50	50	50	50	50
单侧或双侧涂覆		双侧	双侧	双侧	双侧	双侧	单侧
单面涂覆厚度(μm)		1.02	1.11	1.03	1.01	0.97	2.03
总涂覆量(g/m ²)		2.99	3.17	3.19	2.98	2.92	3.11
烘烤温度(°C)		70	60	80	70	70	70
烘烤时间(s)		20	10	30	20	20	20

表 2

		实施例 7	实施例 8	实施例 9	实施例 10	实施例 11	实施例 12
纯水		70	70	70	70	70	70
无机颗粒	氧化铝	30	30	\	30	30	30
	勃姆石	\	\	30	\	\	\
	平均粒径记B(nm)	242	242	188	242	361	242
	D10 粒径D(nm)	118	118	102	118	165	118
	牌号	芯科XKA243	芯科XKA243	壹石通BG-300	芯科XKA243	芯科XKA243Y	芯科XKA243
分散剂	聚丙烯酸铵	1	1	1	1	1	1
	牌号	San	San	San	San	San	San

		NopcoDS-560	NopcoDS-560	NopcoDS-560	NopcoDS-560	NopcoDS-560	NopcoDS-560
乳 液 型 胶 粘 剂	聚丙烯酸酯	1.5	\	1.5	1.5	1.5	1.5
	聚苯乙烯-丙烯酸酯	\	1.5	\	\	\	\
	平均粒径记 A(nm)	92	98	92	80	92	92
	牌号	珠海辰玉 CYJ-5088 A	荣东 8524A	珠海辰玉 CYJ-5088 A	荣东 858	珠海辰玉 CYJ-5088 A	珠海辰玉 CYJ-5088 A
溶 剂 型 胶 粘 剂	聚丙烯酸	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
	牌号	湖南高瑞 GR-506	湖南高瑞 GR-506	湖南高瑞 GR-506	湖南高瑞 GR-506	湖南高瑞 GR-506	湖南高瑞 GR-506
交 联 剂	氮丙啶改性异氰酸酯	\	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
	牌号	\	赢程化工 YC-300	赢程化工 YC-300	赢程化工 YC-300	赢程化工 YC-300	赢程化工 YC-300
表 面 活 性 剂	聚醚硅烷共聚物	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
	牌号	湖南广信 YDP-2129	湖南广信 YDP-2129	湖南广信 YDP-2129	湖南广信 YDP-2129	湖南广信 YDP-2129	湖南广信 YDP-2129
基 材	材质	PE	PE	PE	PE	PE	PE
	厚度	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48	5.48
	平均孔径 C(nm)	50	50	50	50	50	50
单侧或双侧涂覆		双侧	双侧	双侧	双侧	双侧	双侧
单面涂覆厚度(μm)		0.99	1.02	1.01	0.96	1.1	0.7
总涂覆量(g/m ²)		3.03	2.99	2.2	2.94	2.89	2.4
烘烤温度(°C)		70	70	70	70	70	70
烘烤时间(s)		20	20	20	20	20	20

表 3

		对比例 1	对比例 2	对比例 3	对比例 4
纯水		70	85	70	70
无 机 颗 粒	氧化铝	30	40	30	30
	勃姆石	\	\	\	\
	平均粒径记 B(nm)	242	242	242	242
	D10 粒径 D(nm)	118	118	118	118
	牌号	芯科 XKA243	芯科 XKA243	芯科 XKA243	芯科 XKA243
分散剂	聚丙烯酸铵	1	1.2	1	1
	牌号	San NopcoDS-560	San NopcoDS-560	San NopcoDS-560	San NopcoDS-560
乳液型	聚丙烯酸酯	1.8	\	1.5	1.5

胶粘剂	聚苯乙烯-丙烯酸酯	\	\	\	\
	平均粒径记 A(nm)	92	\	58	375
	牌号	珠海辰玉 CYJ-5088A	\	高瑞 GR-401	珠海辰玉 CYJ-5088A-1
溶剂型 胶粘剂	聚丙烯酸	\	4.5	0.3	0.3
	牌号	\	湖南高瑞 GR-506	湖南高瑞 GR-506	湖南高瑞 GR-506
交联剂	氮丙啶改性异氰酸酯	\	0.15	0.03	0.03
	牌号	\	赢程化工 YC-300	赢程化工 YC-300	赢程化工 YC-300
表面活 性剂	聚醚硅烷共聚物	0.5	1	0.5	0.5
	牌号	湖南广信 YDP-2129	湖南广信 YDP-2129	湖南广信 YDP-2129	湖南广信 YDP-2129
基材	材质	PE	PE	PE	PE
	厚度	5.48	5.48	5.48	5.48
	平均孔径 C(nm)	50	50	50	50
单侧或双侧涂覆		双侧	双侧	双侧	双侧
单面涂覆厚度(μm)		1.1	1.03	1.1	1.3
总涂覆量(g/m ²)		3.2	3.19	2.97	2.13
烘烤温度(°C)		70	80	70	70
烘烤时间(s)		20	30	20	20

对实施例以及对比例提供的涂覆隔膜进行性能测试，测试方法如下：

（1）150℃收缩率：将实施例以及对比例提供的涂覆隔膜按照 160mm*130mm 裁样，在裁取样上画 100mm*100mm 的线，上下各垫 11 张 A4 纸放入 150℃烘箱，在 150℃下进行测试 30 min；

（2）耐水性：取 1 张 A4 纸（210mm*297mm）大小的实验膜称重记为 X，浸泡在 500 mL 的纯水中 10 min，将涂层取出烘干后称重记为 X₁，单位面积涂层损失 G(g/m²)记为 G=(X-X₁)/0.06237；

（3）透气增量：采用 Asahi EG01-55-1MR 薄膜透气仪测试 100 mL 空气透过基膜、本申请提供的涂覆隔膜所需要的时间，透过涂覆隔膜的时间与透过基膜的时间之差，即为透气增量。

性能测试结果如表 4 所示。

表 4

	150°C收缩率(%)		透气增量 (s/100mL)	G(g/m ²)
	TD	MD		
实施例 1	2	1.9	21.4	0.07
实施例 2	4.8	4.7	8.7	2.13
实施例 3	1	0.9	39	0.12
实施例 4	1.8	1.7	31.7	0.89
实施例 5	3.7	3.4	19.8	0.64
实施例 6	2.2	1.9	24.7	0.11
实施例 7	2.2	2.1	22.3	2.44
实施例 8	2	1.9	20.1	0.06
实施例 9	2.2	2.3	31	0.14
实施例 10	2.2	2.2	25.3	0.19
实施例 11	2.7	2.5	18.2	0.22
实施例 12	4.5	3.9	14.9	0.11
对比例 1	8.8	7.3	18.6	0.14
对比例 2	0.9	0.8	214	2.57
对比例 3	1.9	1.8	70	0.17
对比例 4	6.7	5.3	13.7	0.18

由表 4 可以看出，本申请实施例提供的涂覆隔膜在涂覆厚度较小（涂覆层较薄）的情况下，相较于对比例，具有较好的耐水性、耐热性（150°C收缩率，TD：1%-4.8%，MD：0.9%-4.7%），并具有较好的透气性能（透气增量：8.7-39 s/100mL）。

与实施例 1 相比，对比例 1 提供的涂覆隔膜耐热性变差；对比例 3 提供的涂覆隔膜透气性变差；对比例 4 提供的涂覆隔膜耐热性明显变差；与实施例 3 相比，对比例 2 提供的涂覆隔膜透气性、耐水性明显变差。

申请人声明，本申请通过上述实施例来说明本申请的涂覆隔膜及其制备方法和应用，但本申请并不局限于上述实施例，即不意味着本申请必须依赖上述

实施例才能实施。所属技术领域的技术人员应该明了，对本申请的任何改进，对本申请产品各原料的等效替换及辅助成分的添加、具体方式的选择等，均落在本申请的保护范围和公开范围之内。

权 利 要 求 书

1、一种涂覆隔膜，其包括基材以及涂覆于基材至少一侧的涂层，所述涂层的制备原料包括乳液型胶粘剂、溶剂型胶粘剂和无机颗粒；

将乳液型胶粘剂的平均粒径记为 A，将无机颗粒的平均粒径记为 B，将基材的平均孔径记为 C，将无机颗粒的 D10 粒径记为 D，A、B、C 和 D 满足以下关系： $C:A:B=(0.4-0.8):1:(2-9)$ ； $A+D\geq 3.5C$ 。

2、根据权利要求 1 所述的涂覆隔膜，其中， $3.5C\leq A+D\leq 6C$ 。

3、根据权利要求 1 或 2 所述的涂覆隔膜，其中，所述乳液型胶粘剂包括聚丙烯酸酯、聚苯乙烯-丙烯酸酯、聚甲基丙烯酸甲酯、聚甲基丙烯酸丁酯、聚丙烯酸乙酯、聚乙酸乙烯酯或乙烯-醋酸乙烯中的任意一种或至少两种的组合。

4、根据权利要求 1-3 中任一项所述的涂覆隔膜，其中，所述溶剂型胶粘剂的分子结构中含有羧基和/或酰胺基；

优选地，所述溶剂型胶粘剂包括聚丙烯酸和/或聚丙烯酰胺。

5、根据权利要求 1-4 中任一项所述的涂覆隔膜，其中，所述无机颗粒的平均粒径为 0.1-1.0 μm ；

优选地，所述无机颗粒包括氧化铝、勃姆石、钛酸钡、二氧化硅、氧化镁、二氧化钛或双金属氢氧化物中的任意一种或至少两种的组合；

优选地，所述双金属氢氧化物包括镁铝双金属氢氧化物、锂铝双金属氢氧化物、锌铝双金属氢氧化物或镍铝双金属氢氧化物中的任意一种或至少两种的组合；

优选地，所述无机颗粒为多孔无机颗粒。

6、根据权利要求 1-5 中任一项所述的涂覆隔膜，其中，所述涂层的制备原料还包括交联剂。

7、根据权利要求 6 所述的涂覆隔膜，其中，所述交联剂包括羧基交联剂；

优选地，所述交联剂的官能度为 2-4；

优选地，所述交联剂包括封闭型异氰酸酯交联剂、碳化亚胺类交联剂、氮丙啶类交联剂或环氧硅烷类交联剂中的任意一种或者至少两种的组合；

优选地，所述交联剂包括氮丙啶改性异氰酸酯。

8、根据权利要求 1-7 中任一项所述的涂覆隔膜，其中，所述涂层的制备原料还包括水、分散剂、表面活性剂中的任意一种或至少两种的组合。

9、根据权利要求 8 所述的涂覆隔膜，其中，所述水包括纯水；

优选地，所述分散剂包括聚丙烯酸铵、三聚磷酸钠、六偏磷酸钠、焦磷酸钠中的任意一种或至少两种的组合；

优选地，所述表面活性剂包括聚醚硅烷共聚物、聚醚改性聚硅氧烷、烷基酚聚氧乙烯醚、脂肪醇聚氧乙烯醚、脂肪酸聚氧乙烯醚、脂肪胺聚氧乙烯醚或氟代烷基乙氧基醇醚中的任意一种或至少两种的组合。

10、根据权利要求 1-9 中任一项所述的涂覆隔膜，其中，所述涂层的制备原料按照重量份数计，包括如下组分：

水	60-85 份；
无机颗粒	20-40 份；
分散剂	0.8-1.2 份；
乳液型胶粘剂	0.1-3 份；
溶剂型胶粘剂	0.2-1.5 份；
交联剂	0.01-0.2 份；以及
表面活性剂	0.05-1 份。

11、根据权利要求 1-10 中任一项所述的涂覆隔膜，其中，所述乳液型胶粘剂与所述溶剂型胶粘剂的质量比为 3:(0.5-3)；

优选地，所述溶剂型胶粘剂与所述交联剂的质量比为 100:(3-12)。

12、根据权利要求 1-11 中任一项所述的涂覆隔膜，其中，所述涂层的总涂覆量为 2.4-3.2 g/m²；

优选地，所述涂层的单面厚度为 0.5-4 μm。

13、一种如权利要求 1-12 中任一项所述的涂覆隔膜的制备方法，其包括以下步骤：

(1) 将涂层的制备原料混合，得到浆料；

(2) 将浆料涂覆在基膜的一侧或两侧，烘烤，得到所述涂覆隔膜。

14、根据权利要求 13 所述的制备方法，其中，步骤 (2) 所述涂覆的方式包括采用微凹辊进行涂覆；

优选地，所述烘烤的温度为 60-80℃；

优选地，所述烘烤的时间为 10-30 s。

15、一种如权利要求 1-12 中任一项所述的涂覆隔膜在电池中的应用。